

# 대한민국 특허청

## KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto  
is a true copy from the records of the Korean Intellectual  
Property Office.

출원번호 : 10-2002-0041774  
Application Number PATENT-2002-0041774

출원년월일 : 2002년 07월 16일  
Date of Application JUL 16, 2002

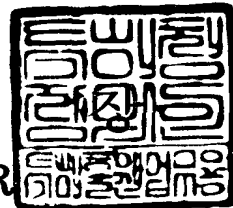
출원인 : 주식회사 하이닉스반도체  
Applicant(s) Hynix Semiconductor Inc.



2003    년    01    월    10    일

특    허    청

COMMISSIONER



## 【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0006
【제출일자】	2002.07.16
【국제특허분류】	H01L
【발명의 명칭】	산화막용 CMP 슬러리 조성물 및 이를 이용한 반도체 소자의 제조 방법
【발명의 영문명칭】	The CMP Slurry Composition for Oxide and Method of Forming Semiconductor Device Using the Same
【출원인】	
【명칭】	주식회사 하이닉스반도체
【출원인코드】	1-1998-004569-8
【대리인】	
【성명】	이후동
【대리인코드】	9-1998-000649-0
【포괄위임등록번호】	1999-058167-2
【대리인】	
【성명】	이정훈
【대리인코드】	9-1998-000350-5
【포괄위임등록번호】	1999-054155-9
【발명자】	
【성명의 국문표기】	정종구
【성명의 영문표기】	JUNG, Jong Goo
【주민등록번호】	711022-1635317
【우편번호】	442-470
【주소】	경기도 수원시 팔달구 영통동 955-1 황골주공아파트 145-1903
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이상익
【성명의 영문표기】	LEE, Sang Ick
【주민등록번호】	640325-1109921

**【우편번호】** 467-860  
**【주소】** 경기도 이천시 부발읍 아미리 753 현대7차아파트 704-1901  
**【국적】** KR  
**【심사청구】** 청구  
**【취지】** 특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인  
 이 후 동 (인) 대리인  
 이 정 훈 (인)  
**【수수료】**  
**【기본출원료】** 20 면 29,000 원  
**【가산출원료】** 3 면 3,000 원  
**【우선권주장료】** 0 건 0 원  
**【심사청구료】** 19 항 717,000 원  
**【합계】** 749,000 원  
**【첨부서류】** 1. 요약서·명세서(도면)\_1통

**【요약서】****【요약】**

본 발명은 산화막용 화학적 기계적 연마 (Chemical Mechanical Polishing; 이하 “CMP” 라 칭함) 슬러리 및 반도체 소자의 제조방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는  $HXO_n$  (이때,  $n$ 은 1~4)의 구조의 화합물을 포함하는 CMP 슬러리 및 이를 이용하여 다층 막을 연마할 때, 층간 연마 속도 차이를 감소시켜 단차가 발생되지 않으므로 안정한 엘피피 (landing plug poly)를 형성할 수 있는 반도체 소자의 제조 방법에 관한 것이다.

이와 같은 방법에 의하여 층간 절연막 층 상부에 각 층의 연마 부산물과 슬러리 잔류물이 매립되는 것을 방지할 뿐만 아니라, 워드라인 배선과 스토리지 노드 콘택 (storage node contact) 간의 브리지 (bridge)를 방지함으로써, 누설 전류 및 후속 공정의 정렬 오차 (miss-align)를 감소시켜 반도체 소자의 수율을 향상시킨다.

**【대표도】**

도 2d

**【명세서】****【발명의 명칭】**

산화막용 CMP 슬러리 조성물 및 이를 이용한 반도체 소자의 제조 방법{The CMP Slurry Composition for Oxide and Method of Forming Semiconductor Device Using the Same}

**【도면의 간단한 설명】**

도 1a 내지 도 1f는 종래 방법의 CMP 공정으로 반도체 소자를 제조하는 방법을 도시한 개략도.

도 1g 내지 도 1h는 종래 방법에 의한 플러그 분리 공정 후의 단면도.

도 2a 내지 도 2d는 본 발명의 슬러리를 이용한 CMP 공정으로 반도체 소자를 제조하는 방법을 도시한 개략도.

**< 도면의 주요 부분에 대한 간단한 설명 >**

1, 111 : 워드라인 전극    3, 113 : 하드마스크 질화막

5, 115 : 스페이서 막    7, 117 : 층간 절연막

9, 119 : 실리콘 층    11, 121 : 플러그

15 : 잔류물    17 : 피노키오 결점

**【발명의 상세한 설명】****【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

- <9> 본 발명은 산화막용 화학적 기계적 연마 (Chemical Mechanical Polishing; 이하 “CMP” 라 칭함) 슬러리 및 반도체 소자의 제조방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는  $HXO_n$  (이때,  $n$ 은 1~4)의 구조의 화합물을 포함하는 CMP 슬러리 및 이를 이용하여 다층 막을 연마할 때, 층간 연마 속도 차이를 감소시켜 단차가 발생되지 않으므로 안정한 엘피피 (landing plug poly)를 형성할 수 있는 반도체 소자의 제조 방법에 관한 것이다.
- <10> 현재 반도체 소자는 미세화, 대용량화 및 고집적화를 위해서 반도체 소자의 트랜지스터, 비트 라인 (bit-line) 및 캐패시터 (capacitor) 등을 형성한 다음, 각각의 소자를 전기적으로 연결할 수 있는 금속 배선 등과 같은 다층 배선을 형성하기 위한 후속 공정을 필수적으로 요구하고 있다.
- <11> 또한, 상기 금속 배선을 형성하기 위한 후속 공정은 증착 및 식각 공정을 수행하기 전에 형성된 여러 층, 예를 들면 산화막 층, 층간 절연막 층 및 질화막 층 등을 동시에 일반적인 산화막용 슬러리 하나만을 이용하여 연마하는 단계를 포함하고 있다.
- <12> 그러나, 이와 같이 단일 슬러리만 사용하는 연마 공정은 사용하는 슬러리에 대한 각 층의 연마 속도 즉, 연마 선택비가 다르기 때문에, 각 층마다 단차가 형성되는 문제점을 발생시키고, 이로 인하여 소자의 미세화를 이루기 위한 후속 공정을 적용하기가 점점 어려워지게 되었다.

- <13> 특히, 상기와 같이 단차가 발생되면서 문제가 되는 것이 다른 층보다 연마 속도 큰 층간 절연막 상부에 연마 시 발생하는 각 층의 연마 부산물과 슬러리내의 연마제 잔류물 등이 매립되면서 플러그 간에 브리지를 형성하게 되고, 그 결과로 인해 반도체 소자에 결함 (defect)이 발생된다는 것이다.
- <14> 이러한 상기 종래의 공정을 첨부된 도면에 의거하여 상세히 설명하되, 반도체 소자의 공정 방법을 예를 들어 설명한다.
- <15> 도 1a에 도시한 바와 같이 셀 (cell) 영역의 반도체 기판 즉, 실리콘 기판 상부의 워드라인 (1)을 증착하고, 그 상부에 질화막 하드마스크 층 (3)을  $t_1$  (1500~3000Å) 두께 만큼 증착하여 워드 라인 패턴을 형성한다. 이 부분은 도 1b에 도시한 바와 같은 워드라인 패턴의 평면도에서 단면 (A-A') 부분을 관찰하여 알 수 있다.
- <16> 상기 워드라인 패턴 형성 후 스페이서 막 층 (5)을 형성하고, 그 상부에 산화막을 이용한 층간 절연막 층 (7)을  $t_2$  (5000~8000Å) 두께 만큼 형성 한 후, 평탄화 한다.
- <17> 도 1c에서 도시한 바와 같이 상기 평탄화 된 층간 절연막 층 (7)의 셀 영역에 엘피씨 (landing plug contact) 마스크를 이용한 식각 공정으로 플러그용 콘택 홀을 형성하면, 워드라인 패턴이 노출되기 때문에 패턴 상부의 질화막 하드마스크 층 (3)은  $t_3$  (1000~2500Å)두께 만큼 감소한다 ( $t_1 > t_3$ ). 또한, 층간 절연막 층 (7) 역시 상기 평탄화 공정으로 일부 제거되었기 때문에 처음 두께 보다 얇은  $t_4$  (4500~7500Å)의 두께 값을 가진다 ( $t_2 > t_4$ ).

- <18>      상기 식각 공정으로 콘택 홀이 형성되지 않은 영역 (a)과 콘택 홀을 형성하기 위하여 층간 절연막을 제거한 영역 (b)이 발생하는 것을 알 수 있고, 이 부분은 도 1d에서 나타내는 단면 (B-B')을 통해 관찰 할 수 있다.
- <19>      도 1e에 도시한 바와 같이 상기 형성된 콘택 홀 상부에 실리콘 층 (9)을 증착할 때, 상기 (a) 영역과 (b) 영역의 단차로 인하여, 실리콘 층 (9) 역시  $t_5$  (1000~2000Å) 정도의 후속 단차를 가진다.
- <20>      그 후, 플러그 (11)를 형성하기 위하여 상기 증착한 실리콘 층 (9), 층간 절연막 층 (7) 및 일부 하드마스크 질화막 층 (3)을 식각한다. 이때 제거되는 두께는  $t_6$  (2200~3200Å) 이상일 때 바람직하다.
- <21>      도 1f에 도시한 바와 같이 플러그 (11) 를 분리하기 위하여 하드마스크 질화막이 노출 될 때 까지 일반적인 산화막용 슬러리를 이용한 연마 공정을 수행한다.
- <22>      상기 일반적인 산화막용 슬러리는 콜로이달 (colloidal) 또는 폼드 (fumed) 실리카 ( $\text{SiO}_2$ ) 또는 알루미나 ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) 연마제를 포함하는 pH 2~12의 통상의 산화막 CMP용 슬러리를 사용한다.
- <23>      그러나, 일반적으로 다층 막을 제거하기 위해서는 막 종류간 연마 속도가 비슷해야 하지만 종래 사용하는 슬러리의 경우 산화막으로 구성된 층간 절연막 층의 연마 속도가 워드라인 하드마스크 질화막 층이나 실리콘 층에 비해 3배 이상의 높은 선택비를 가지고 있다.
- <24>      그래서, 상기와 같은 슬러리를 이용한 연마 공정 후에는 각 층의 연마 속도의 차이로 인하여 하드마스크 질화막 층 (3)과 실리콘 층 (9) 사이에 400~500Å의 단차 ( $t_7$ )가



발생하고, 하드마스크 질화막 (3)과 층간 절연막 층 (7) 사이에 460~700Å 정도의 단차 (t8)가 발생하였다.

<25> 특히, 이러한 단차가 상대적으로 심한 층간 절연막 층 (7) 상부에는 연마 시 발생하는 각 층의 연마 부산물과 슬러리의 연마제 잔류물 (15) 등이 매립되어 피노키오 결점 (17)이 발생되었다 (도 1g 참조).

<26> 상기 피노키오 결점 (17)이란 질화막에 대한 선택비가 높은 산화막의 디싱 (dishing)으로 발생하는 것으로, 이러한 현상이 발생한 LPP 구조의 단면 부분 (C-C')은 도 1h에 도시한 바와 같다.

<27> 이와 같이 종래 공정에서는 단일 슬러리를 사용하는 다층 연마 공정으로 단차 및 결점이 발생되어 플러그 간에 브리지가 형성되고, 반도체 소자의 결함 (17)이 발생되면서 누설 전류가 증가하고, 후속 공정에서 정렬 오차 (miss-align)를 발생시켜, 반도체 소자의 수율을 감소시킨다.

**【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】**

<28> 이에 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 각층에 대해 연마 선택비가 유사한 산화막용 CMP 슬러리를 제공하는 것을 목적으로 한다.

<29> 또한, 본 발명에서는 상기 산화막용 CMP 슬러리를 이용하여 안전한 플러그를 형성하는 반도체 소자 제조 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

**【발명의 구성 및 작용】**

- <30>        상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명에서는 용매와 용매내에 분산된 연마제를 포함하는 슬러리 조성물에 있어서,  $HXO_n$  (이때,  $n$ 은 1~4) 구조의 화합물을 포함하는 산화막용 CMP 슬러리 조성물을 제공한다.
- <31>        상기 슬러리 조성물의 용매는 증류수 또는 초순수를 사용하고, 연마제는 20~300nm의 입자 크기를 가지는 콜로이달 또는 폼드 형의 실리카, 알루미나 또는 세리아 ( $CeO_2$ )를 포함한다.
- <32>        이때, 상기 실리카는 슬러리 총 중량에 대해 15~25 wt%로 포함되고, 알루미나는 슬러리 총 중량에 대해 5~15 wt%로 포함되며, 세리아는 슬러리 총 중량에 대해 5~15 wt%로 포함되는 것이 바람직하다.
- <33>        상기 슬러리의 pH는 7 이하, 바람직하게는 pH 2~5 이다.
- <34>        또한, 상기  $HXO_n$  화합물의 X는 Cl, Br 또는 I와 같은 할로겐 원소로, 상기  $HXO_n$  화합물을 예를 들면,  $HClO$ ,  $HClO_3$ ,  $HClO_4$ ,  $HBrO_3$  또는  $HIO_3$  등이 있으며, 바람직하게는  $HIO_4$ 를 사용한다.
- <35>        또한, 상기  $HXO_n$  화합물은 슬러리 총 중량에 대해 0.01~10 wt%, 바람직하게는 0.1~5 wt%가 포함된다.
- <36>        일반적으로 산성 슬러리 내에서 산화막의 연마 선택비는 낮고, 질화막의 연마 선택비는 높으며, 실리콘 층의 연마 선택비는 산화막이나 질화막에 비해 낮다. 그러므로, 본 발명에서는 슬러리 내에 상기  $HXO_n$  화합물을 pH 조절제로 포함시켜, 질화막의 연마 선택비는 높이면서, 산화막의 연마 선택비를 낮출 수 있다.

- <37> 즉, 상기 본 발명의  $HXO_n$  화합물을 포함하는 산화막용 CMP 슬러리 조성물은 실리콘 층 및 질화막 하드마스크 층에 대해 산화막으로 구성된 층간 절연막 층의 연마 선택비가 3 이하, 바람직하게는 2 이하의 연마 선택비를 가지게 된다.
- <38> 또한, 상기  $HXO_n$  화합물은 슬러리 내에서 산화제로 사용되어 실리콘 표면에 연마되기 쉬운 산화막을 형성시키므로, 실리콘 층의 연마 속도를 높일 수 있다.
- <39> 즉, 상기 단일 슬러리에 대해 각 층의 연마 선택비가 유사하게 되어, 비슷한 속도로 연마할 수 있으므로, 본 발명의 슬러리를 이용한 CMP 공정을 실시한 후에도 각 층 사이의 단차가 발생하지 않아, 종전과 같은 연마 공정 시에 층간 절연막 층 상부에 각 층의 연마 부산물과 슬러리 잔류물이 매립되지 않는다.
- <40> 또한, 본 발명에서는 상기 본 발명의  $HXO_n$  화합물을 포함하는 산화막용 CMP 슬러리를 이용하여
- <41> 반도체 기판 상부에 워드라인을 증착하는 단계;
- <42> 상기 워드 라인의 중첩 부분에 질화막 하드마스크 층을 증착하여 워드 라인 패턴을 형성하는 단계;
- <43> 상기 워드 라인 패턴 측면에 질화막 스페이서를 형성하는 단계;
- <44> 상기 워드 라인 패턴 상부에 평탄화한 층간 절연막 층을 형성하는 단계;
- <45> 상기 층간 절연막을 기판이 노출 될 때 식각하여 콘택홀을 형성하는 단계;
- <46> 상기 콘택홀이 형성된 층간 절연막 전면에 대해 실리콘 층을 형성하는 단계; 및
- <47> 용매와 용매내에 분산된 연마제를 포함하는 슬러리 조성물에 있어서,  $HXO_n$  구조의 화합물을 포함하는 본 발명의 산화막용 CMP 슬러리 조성물을 이용하여 상기 질화막 하드

마스크 층이 노출될 때 까지 상기 실리콘 층 및 층간 절연막 층에 대해 CMP 공정을 실시하는 단계를 포함하는 반도체 소자의 형성 방법을 제공한다.

<48>       상기 층간 절연막은 산화막을 이용하여 형성하는 것이 바람직하다.

<49>       이하 본 발명을 도면을 들어 본 발명을 상세히 설명한다.

<50>       먼저, 도 2a에서 도시한 바와 같이 반도체 기판 즉, 실리콘 기판 상부의 셀에 워드라인 (111)을 형성하고, 그 상부에 절화막 하드마스크 층 (113)을 t<sub>9</sub> (1500~3000Å) 두께 만큼 증착한다.

<51>       이때, 상기 워드라인은 도핑 실리콘, 폴리 실리콘, 텅스텐 (W), 텅스텐 나이트라이드 (WN), 텅스텐 실리사이드 (WSi<sub>x</sub>), 또는 티타늄 실리사이드 (TiSi<sub>x</sub>) 등을 사용하여 형성하는 것이 바람직하다.

<52>       그 후, 게이트 산화막에 대해 고선택비를 갖도록 사염화 탄소 (CCl<sub>4</sub>)나 염소 (Cl<sub>2</sub>) 등과 같은 염소 (chlorine) 가스를 소스로 사용하는 플라즈마 식각 공정으로 워드라인 패턴을 형성한다.

<53>       상기 워드라인 패턴 형성 후, 그 측면에 TEOS (Tetraethoxysilicate glass) 또는 실란계열 산화막 (silane (SiH<sub>4</sub>)-base oxide)을 LP 화학 기상 증착법 (Low-Pressure CVD)으로 증착하고, 전면 식각하여 산화막 스페이서 (115)를 형성한다.

<54>       상기 워드라인 패턴 상부에 PSG (phosphosilicate glass), FSG (fluorosilicate glass), PE-TEOS (plasma enhanced-tetraethoxysilicate glass), PE-SiH<sub>4</sub> (plasma enhanced-silane), HDP USG (high density plasma undoped silicate glass), HDP PSG (high density plasma phosphosilicate glass) 또는 APL (atomic planarization layer)

옥사이드, 바람직하게는 BPSG (borophosphosilicate glass)등을 소스로 산화막을 t10 두께 (5000~8000 Å)만큼 증착하여 층간 절연막 (117)을 형성한 후, 후속 공정을 위하여 평탄화 한다.

<55> 도 2b에 도시한 바와 같이 상기 평탄화 된 층간 절연막 층 (117)의 셀 영역에 엘피씨 마스크를 이용한 식각 공정으로 플러그용 콘택 홀을 형성한다.

<56> 상기 플러그용 콘택 홀을 형성하기 위한 식각 공정은 질화막에 대한 선택비가 높은  $C_2F_6$  또는  $C_3F_8$ , 바람직하게는  $C_4F_8$  소스를 이용한 자기정렬 콘택 (self-aligned contact; SAC) 공정으로 수행한다

<57> 이때, 상기 식각 공정으로 위드라인 패턴이 노출되기 때문에 패턴 상부의 질화막 하드마스크 (113)는 t11 (1000~2500 Å) 두께로 감소한다 ( $t_9 > t_{11}$ ). 또한, 층간 절연막 층 (117) 역시 상기 평탄화 공정으로 일부 제거되어 처음 두께 보다 얇은 t12 (4500~7500 Å)의 값을 가진다 ( $t_{10} > t_{12}$ ).

<58> 도 2c에 도시한 바와 같이 상기 플러그용 콘택 홀 상부에 실리콘 층 (119)을 증착할 때, 콘택 홀이 형성되지 않은 영역과 콘택 홀을 형성하기 위하여 층간 절연막을 제거한 영역의 단차로 인하여, 실리콘 층 (119) 역시 t13 (1000~2000 Å) 정도의 후속 단차를 가진다.

<59> 상기 실리콘 층 (119)은 실란 ( $SiH_4$ ) 또는 디실란 ( $Si_2H_6$ ) 소스를 이용한 도핑 실리콘 또는 폴리 실리콘으로 형성되는 것이 바람직하다.

- <60> 그리고, 플러그 (121)를 형성하기 위하여 상기 실리콘 층 (119), 층간 절연막 (117) 및 일부 질화막 하드마스크 (113)을 식각한다. 이때 제거되는 두께는  $t_{12}$  ( $2200 \sim 3200 \text{ \AA}$ ) 이상일 때 바람직하다.
- <61> 도 2d에 도시한 바와 같이 플러그를 분리하기 위하여 하드마스크 질화막이 노출 될 때 까지 본 발명의  $\text{HXO}_n$  화합물을 포함하는 슬러리를 이용한 연마 공정을 수행하여 상기 플러그 (121)를 분리시키면, 각 층 사이의 단차가 발생하지 않는 평탄한 면을 얻을 수 있고, 상기 층간 절연막 층 상부에 연마 부산물과 슬러리 잔류물이 매립되지 않으며, 연마 후에도  $t_{15}$  ( $500 \sim 1500 \text{ \AA}$ ) 두께의 하드마스크 층을 얻을 수 있다.
- <62> 이때, 상기 CMP 공정은 연마 패드로 하드 패드를 사용하는 것이 바람직하며, 연마 조건은 연마 압력  $2 \sim 6 \text{ psi}$  및 테이블 회전수  $300 \sim 700 \text{ rpm}$ 에서 실시한다.
- <63> 이하 본 발명을 실시예에 의하여 상세히 설명한다. 단 실시예는 발명을 예시하는 것일 뿐 본 발명이 하기 실시예에 의하여 한정되는 것은 아니다.
- <64> I. 본 발명의 슬러리 제조.
- <65> 제조예 1.
- <66> 연마제로 콜로이달 실리카를 20 wt% 포함하고 있는 산화막용 CMP 슬러리 95 wt%에  $\text{HClO}_4$  5 wt%를 응집하지 않도록 교반하면서 첨가한 후, 혼합물을 완전히 혼합되어 안정화 될 때까지 약 30분 동안 더 교반하여 본 발명의 슬러리를 제조하였다.
- <67> 제조예 2.
- <68> 연마제로 폼드 실리카를 15 wt% 포함하고 있는 산화막용 CMP 슬러리 90 wt%에  $\text{HClO}_3$  1 wt%를 응집하지 않도록 교반하면서 첨가하고, 증류수를 9 wt% 첨가한 후, 혼합

물을 완전히 혼합되어 안정화 될 때까지 약 30분 동안 더 교반하여 본 발명의 슬러리를 제조하였다.

<69>      제조예 3.

<70>      연마제로 알루미나를 10 wt% 포함하고 있는 산화막용 CMP 슬러리 80 wt%에  $\text{HBrO}_3$  10 wt%를 응집하지 않도록 교반하면서 첨가하고, 증류수를 10 wt% 더 첨가함한 후, 혼합물을 완전히 혼합되어 안정화 될 때까지 약 30분 동안 더 교반하여 본 발명의 슬러리를 제조하였다.

<71>      제조예 4.

<72>      연마제로 세리아를 1 wt% 포함하고 있는 산화막용 CMP 슬러리 90 wt%에  $\text{HClO}$  5 wt%를 응집하지 않도록 교반하면서 첨가하고, 증류수를 5 wt% 더 첨가함한 후, 혼합물을 완전히 혼합되어 안정화 될 때까지 약 30분 동안 더 교반하여 본 발명의 슬러리를 제조하였다.

<73>      II. 본 발명의 슬러리를 이용한 반도체 소자 제조

<74>      실시예 1. 본 발명의 슬러리를 이용한 연마

<75>      상기 제조예 1에서 얻어진 본 발명의 슬러리 조성물을 이용하여 연마 압력 3 psi 및 테이블 회전수 600 rpm 에서 실리콘 층 및 층간 절연막에 대해 CMP 공정을 실시하면, 단차 및 결점이 발생하지 않는 안정한 플러그를 형성할 수 있었다.

<76>      실시예 2. 본 발명의 슬러리를 이용한 연마

<77>      상기 제조예 2에서 얻어진 본 발명의 슬러리 조성물을 이용하여 연마 압력 3 psi 및 테이블 회전수 600 rpm 에서 층간 절연막에 대해 CMP 공정을 실시하면, 단차 및 결점이 발생하지 않는 안정한 플러그를 형성할 수 있었다.

<78>      실시예 3. 본 발명의 슬러리를 이용한 연마

<79>      상기 제조예 3에서 얻어진 본 발명의 슬러리 조성물을 이용하여 연마 압력 3 psi 및 테이블 회전수 600 rpm 에서 층간 절연막에 대해 CMP 공정을 실시하면, 단차 및 결점이 발생하지 않는 안정한 플러그를 형성할 수 있었다.

<80>      실시예 4. 본 발명의 슬러리를 이용한 연마

<81>      상기 제조예 4에서 얻어진 본 발명의 슬러리 조성물을 이용하여 연마 압력 3 psi 및 테이블 회전수 600 rpm 에서 층간 절연막에 대해 CMP 공정을 실시하면, 단차 및 결점이 발생하지 않는 안정한 플러그를 형성할 수 있었다.

【발명의 효과】

<82>      이상에서 살펴본 바와 같이, 본 발명의  $HXO_n$  화합물을 포함하는 산화막용 CMP 슬러리 및 이를 이용한 CMP 공정은 각 층의 연마 선택비를 유사하게 하여 연마 시 단차가 발생하는 것을 감소시킬 뿐만 아니라, 층간 절연막 층 상부에 각 층의 연마 부산물과 슬러리 잔류물이 매립되는 것을 방지하고, 워드라인 배선과 스토리지 노드 콘택 (storage node contact) 간에 발생하는 브리지를 방지함으로써, 누설 전류 및 후속 공정의 정렬 오차를 감소시켜 반도체 소자의 수율을 향상시킬 수 있다.



**【특허청구범위】****【청구항 1】**

용매와 용매내에 분산된 연마제를 포함하는 슬러리 조성물에 있어서, 상기 조성물은  $HXO_n$  (이때,  $n$ 은 1~4) 구조의 화합물을 포함하는 것을 특징으로 하는 산화막용 CMP 슬러리 조성물.

**【청구항 2】**

제 1 항에 있어서,

상기 연마제는 20~300nm의 입자 크기를 가지는 콜로이달 (colloidal) 또는 폼드 (fumed) 실리카 ( $SiO_2$ )인 것을 특징으로 하는 산화막용 CMP 슬러리 조성물.

**【청구항 3】**

제 1 항에 있어서,

상기 연마제는 알루미나 ( $Al_2O_3$ )인 것을 특징으로 하는 산화막용 CMP 슬러리 조성물.

**【청구항 4】**

제 1 항에 있어서,

상기 연마제는 세리아 ( $CeO_2$ )인 것을 특징으로 하는 산화막용 CMP 슬러리 조성물.

**【청구항 5】**

제 1 항에 있어서,

상기 산화막용 슬러리 조성물은 pH 7 이하인 것을 특징으로 하는 산화막용 CMP 슬러리 조성물.

**【청구항 6】**

제 5 항에 있어서,

상기 산화막용 슬러리 조성물은 pH 2~5인 것을 특징으로 하는 산화막용 CMP 슬러리 조성물.

**【청구항 7】**

제 1 항에 있어서,

상기 X는 Cl, Br 및 I로 이루어진 군으로부터 선택된 것을 특징으로 하는 산화막용 CMP 슬러리 조성물.

**【청구항 8】**

제 1 항에 있어서,

상기  $HXO_n$  화합물은  $HClO$ ,  $HClO_3$ ,  $HClO_4$ ,  $HBrO_3$ ,  $HIO_3$  및  $HIO_4$ 로 이루어진 군으로부터 선택된 것을 특징으로 하는 산화막용 CMP 슬러리 조성물.

**【청구항 9】**

제 1 항에 있어서,

상기  $HXO_n$  화합물은 슬러리 총 중량에 대해 0.01~10 wt%로 포함되는 것을 특징으로 하는 산화막용 CMP 슬러리 조성물.

**【청구항 10】**

제 9 항에 있어서,

상기  $HXO_n$  화합물은 슬러리 총 중량에 대해 0.1~5 wt%로 포함되는 것을 특징으로 하는 산화막용 CMP 슬러리 조성물.

**【청구항 11】**

제 1 항에 있어서,

상기 산화막용 슬러리 조성물은 질화막 및 실리콘 층에 대한 층간 절연막의 연마 선택비가 3 이하인 것을 특징으로 하는 산화막용 CMP 슬러리 조성물.

**【청구항 12】**

반도체 기판 상부에 워드라인을 증착하는 단계;

상기 워드 라인의 증착 부분에 질화막 하드마스크 층을 증착하여 워드 라인 패턴을 형성하는 단계;

상기 워드 라인 패턴 측면에 질화막 스페이서를 형성하는 단계;

상기 워드 라인 패턴 상부에 평탄화한 층간 절연막 층을 형성하는 단계;

상기 층간 절연막을 기판이 노출 될 때 까지 식각하여 콘택홀을 형성하는 단계;

상기 콘택홀이 형성된 층간 절연막 전면에 대해 실리콘 층을 형성하는 단계; 및

용매와 용매내에 분산된 연마제를 포함하는 슬러리 조성물에 있어서, 제 1 항 기재의 산화막용 CMP 슬러리 조성물을 이용하여 상기 질화막 하드마스크 층이 노출될 때 까지 상기 실리콘 층 및 층간 절연막 층에 대해 CMP 공정을 실시하는 단계를 포함하는 반도체 소자의 형성 방법.

**【청구항 13】**

제 12 항에 있어서,

상기 워드라인은 도핑 실리콘, 폴리 실리콘, 텅스텐 (W), 텅스텐 나이트라이드 (WN), 텅스텐 실리사이드 ( $WSi_x$ ) 및 티타늄 실리사이드 ( $TiSi_x$ )로 이루어진 군으로부터 선택된 것을 특징으로 하는 반도체 소자의 형성 방법.

【청구항 14】

제 12 항에 있어서,

상기 워드라인 패턴은 사염화 탄소 ( $CCl_4$ ) 또는 염소 ( $Cl_2$ ) 가스를 이용한 식각 공정으로 형성하는 것을 특징으로 하는 반도체 소자의 형성 방법.

【청구항 15】

제 12 항에 있어서,

상기 스페이서는 TEOS (Tetraethoxysilicate glass) 또는 실란계열 산화막 (silane ( $SiH_4$ )-base oxide)으로 형성하는 것을 특징으로 하는 반도체 소자의 형성 방법.

【청구항 16】

제 12 항에 있어서,

상기 층간 절연막은 PSG (phosphosilicate glass), FSG (fluorosilicate glass), PE-TEOS (plasma enhanced-tetraethoxysilicate glass), PE- $SiH_4$  (plasma enhanced-silane), HDP USG (high density plasma undoped silicate glass), HDP PSG (high density plasma phosphosilicate glass), APL (atomic planarization layer) 옥사이드 및 BPSG (borophosphosilicate glass)로 이루어진 군으로부터 선택된 것을 이용하여 형성하는 것을 특징으로 하는 반도체 소자의 형성 방법.

**【청구항 17】**

제 12 항에 있어서,

상기 콘택홀을 형성하는 식각 공정은  $C_2F_6$ ,  $C_3F_8$  또는  $C_4F_8$  소스를 이용하여 수행되는 것을 특징으로 하는 반도체 소자의 형성 방법.

**【청구항 18】**

제 12 항에 있어서,

상기 실리콘 층은 실란 ( $SiH_4$ ) 또는 디실란 ( $Si_2H_6$ ) 소스를 이용하는 도핑 실리콘 또는 폴리 실리콘으로 형성하는 것을 특징으로 하는 반도체 소자의 형성 방법.

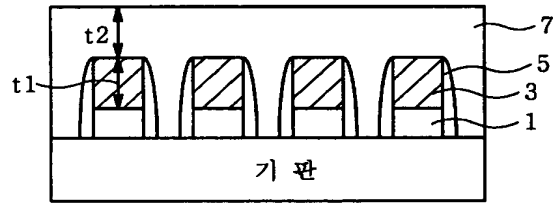
**【청구항 19】**

제 12 항에 있어서,

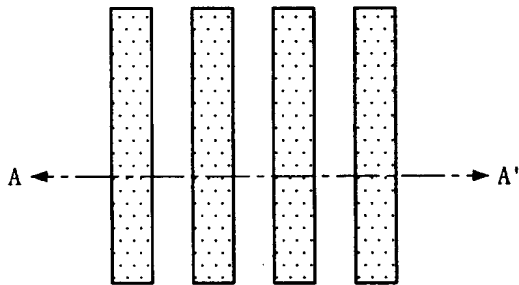
상기 CMP 공정은 하드 패드를 사용하여 실시하는 것을 특징으로 하는 반도체 소자의 형성 방법.

【도면】

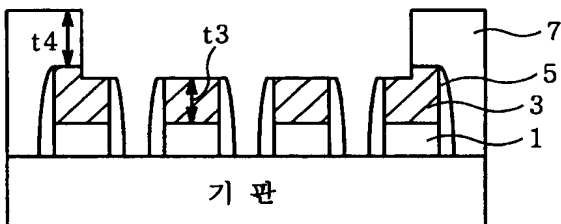
【도 1a】



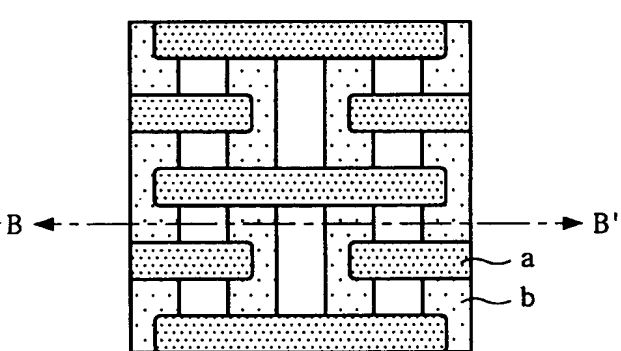
【도 1b】



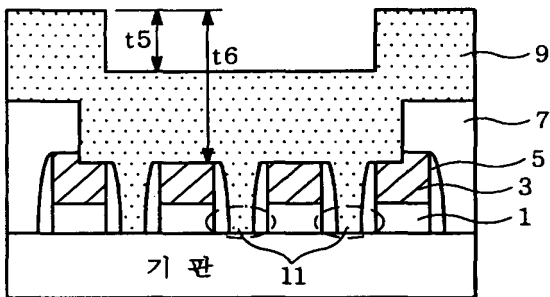
【도 1c】



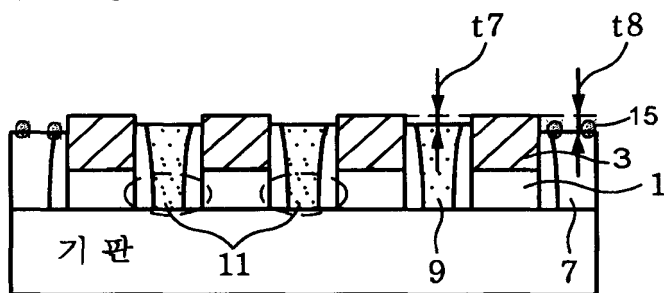
【도 1d】



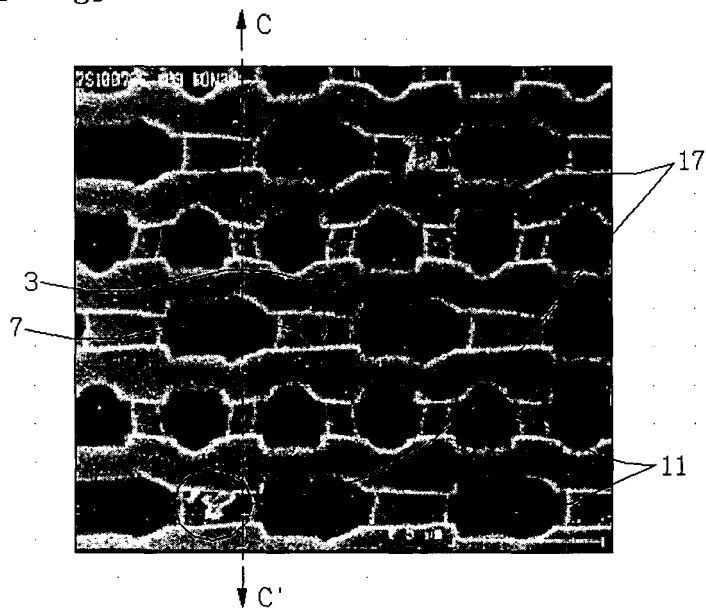
【도 1e】



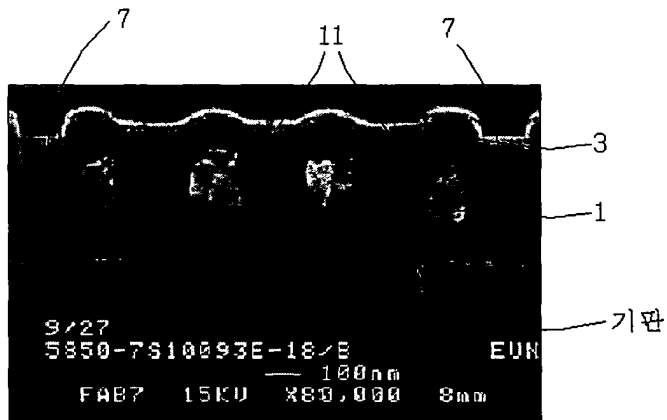
【도 1f】



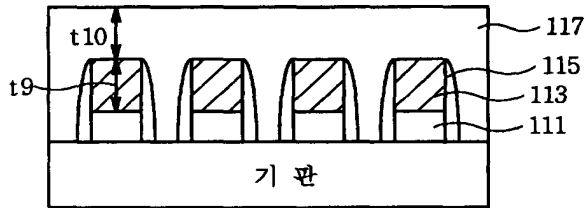
【도 1g】



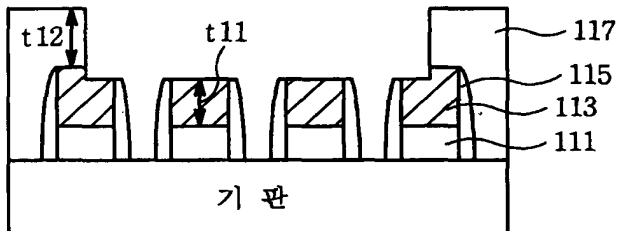
【도 1h】



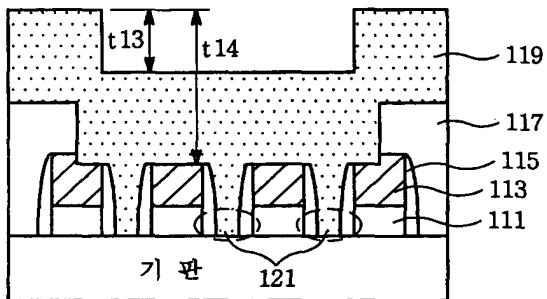
【도 2a】



【도 2b】



【도 2c】





【도 2d】

